

$\frac{7}{19} \times 68 = 24.7$

が予め設定した判定一致度合よりも低いときは前記検出出力を生成するよう構成したことを特徴とする請求項1記載のハイドロプレーニング現象検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、車輪の回転速度を監視することでハイドロプレーニング現象を検出する装置に係り、特に同現象の検出感度を向上させるとともに、誤検出を低減させることのできるようにしたハイドロプレーニング現象検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ハイドロプレーニング現象とは車両が水溜まり等の水膜の上を高速（タイヤの種類等にもよるが一般に時速80km以上）で通過する際に車輪が一時的に路面から浮き上がり、車輪と路面間の摩擦係数が急激に低下する現象である。このハイドロプレーニング現象は、水膜が路面と車輪間に楔状に高速で進入し、その動圧によって車輪が路面から上方に押し上げられるために発生する。

【0003】図9はハイドロプレーニング現象発生時の前輪の回転速度の時間変化を示すグラフである。縦軸は従動輪の単位時間当りの回転数に対応する車速を、横軸は時間を示す。ハイドロプレーニング現象は極めて短時間の内に発生し、その間に車輪回転速度は一旦急激に落ち込んだ後、水膜が無くなりタイヤが路面に接地した後、瞬間的に回復する。すなわち車輪と路面間に水膜が楔状に進入し、進入した水膜から受ける浮力によって車輪が路面から浮き上がったとき、その車輪は路面との間に進入した水膜の抵抗により急激に回転速度を落とし

（一般に時速数km～数十km以上）、路面との接触を回復すると元の速度に復帰するため、その速度パターンは下向きに凸な鋸波状となる。但し、これは後輪駆動車の場合であって、前輪駆動車の場合には駆動輪に与えられているトルクにもよるが前輪速度が瞬間的に大きくなり、その後急激に元の速度に戻ることもある。

【0004】そこで、本出願人はこのような前輪の回転速度の変化に基づいてハイドロプレーニング現象を検出する装置を特願平3-267579号で提案した。この装置は、ハイドロプレーニング現象発生時における車輪回転速度の代表的な変化パターンを予め登録しておいて、登録したパターンと実際の車輪回転速度の変化パターンとを比較して、その一致度合に応じて同現象の発生を検出するものである。

【0005】また、本出願人は特願平4-189910号で、予め登録した代表的な変化パターンを走行状態に応じて変形させ、変形させた変化パターンと実際の車輪回転速度の変化パターンとを比較するとともに、ハイドロプレーニング現象発生と判定するしきい値を車両の走行状態に応じて異ならしめることで、同現象の検出精度を向上させる技術を提案している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、運転者が気がつかない程度のごく軽微なハイドロプレーニング現象を検知するため判定しきい値を単に低く設定すると、段差通過や突起乗越時に生ずる車輪回転速度の変化パターンとの区別が困難になって、誤検知の確率が高くなり好ましくない。

【0007】この発明は検出感度と検出精度という相反する課題を両立するためなされたもので、段差や突起または悪路等の通過時は前後輪とも同様な車輪回転速度の変化を生ずることに着目して、ハイドロプレーニング現象のみを的確に検出できるように検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためこの発明は、ハイドロプレーニング現象発生時における前輪回転速度の代表的な変化パターンを基準パターン記憶手段に予め登録しておいて、この代表的な変化パターンと実際の前輪回転速度の変化パターンとを比較し、両パターンの一致度合に基づいてハイドロプレーニング現象が発生しているかもしくは発生する虞れがある旨の検出出力を生成するよう構成されたハイドロプレーニング現象検出装置において、前輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した仮判定しきい値を超えた場合は、後輪が仮判定しきい値を超えた地点（以下同地点と記す）を通過する際の後輪回転速度の変化パターンを監視して、ハイドロプレーニング現象発生判定を行なう現象発生判定手段を備えたことを特徴とする。

【0009】なお、現象発生判定手段は、後輪が同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した判定しきい値以内であるときに前記検出出力を生成するよう構成してもよい。また、基準パターンについてもハイドロプレーニング現象検出用の基準パターンとは異なるノイズ（突起、段差、凹凸路等）専用の基準パターンを設定してもよい。

【0010】また、現象発生判定手段は、前輪回転速度の変化パターンと前記基準パターンとの一致度合が予め設定した仮判定しきい値を超えた際の前輪回転速度の変化パターンを一時記憶する前輪回転速度変化パターン記憶手段を備えるとともに、この前輪回転速度変化パターン記憶手段に記憶した前輪回転速度の変化パターンと後輪が同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンとを比較して、その一致度合が予め設定した判定一致度合よりも低いときは検出出力を生成するよう構成してもよい。

【0011】

【作用】前輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した仮判定しきい値を超えた場合、現象発生判定手段は後輪が同地点を通過する際の後

輪回転速度の変化パターンを監視して、ハイドロブレーニング現象発生の判定を行なう。このため、段差通過や突起乗越時に生じた車輪回転速度の変化パターンが基準パターンと近似していても、後輪側の車輪回転速度の変化パターンが前輪と同様な変化パターンを示すときは段差通過や突起乗越と判断し、後輪側の回転速度の変化が少ない、もしくは、ほとんど変化しないときにハイドロブレーニング現象発生と判定することができる。よって、ハイドロブレーニング現象のみを的確に検出することができる。

【0012】請求項2に係るハイドロブレーニング現象検出装置は、後輪が同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した判定しきい値以内であるとき、すなわち、一致度合が低いときにハイドロブレーニング現象発生と判定する。なお、このような構成にすることによって、パターン比較手段を兼用できるので装置の構成が簡略化できる。

【0013】請求項3に係るハイドロブレーニング現象検出装置は、前輪回転速度の変化パターンと同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンとを比較するので、段差や突起乗越を正確に判定することができ、誤検出を少なくすることができる。

【0014】

【実施例】以下、この発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。図1はこの発明に係るハイドロブレーニング現象検出装置を備えた車両の概略構造図である。

【0015】車両は従動輪としての左右の前輪Wf、Wfと、エンジンEによって駆動される駆動輪としての左右の後輪Wr、Wrを備える。左右の前輪Wf、Wfにはその回転速度を検出する従動輪回転速度検出手段1L、1Rをそれぞれ設けている。左右の後輪Wr、Wrにはその回転速度を検出する駆動輪回転速度検出手段2L、2Rをそれぞれ設けている。また、ブレーキペダル3には非制動時にオンするブレーキスイッチ4を設けている。ワイバ5にはそのワイバ5の使用時にオンするワイバスイッチ6を設けている。

【0016】従動輪回転速度検出手段1L、1R、駆動輪回転速度検出手段2L、2Rの各検出出力はハイドロブレーニング現象検出部Uへ供給している。ブレーキスイッチ4およびワイバスイッチ6の動作状態を示す信号もハイドロブレーニング現象検出部Uへ供給している。ハイドロブレーニング現象検出部Uには、その検出出力に基づいてハイドロブレーニング現象が発生、もしくは発生する虞れがあることを可聴表示するためのブザー7を接続している。

【0017】図2はハイドロブレーニング現象検出部のハード構成図である。ハイドロブレーニング現象検出部Uは、高速演算が可能なCPU11、演算プログラムや各種データが予め記憶されるROM12、検出値や演算

結果が一時的に記憶されるRAM13、従動輪センサ1L、1R、駆動輪速度センサ2L、2R、ブレーキスイッチ4、ワイバスイッチ6が接続される入力回路14、およびブザー7が接続される出力回路15から構成される。

【0018】図3は請求項1および2に係るハイドロブレーニング現象検出装置の機能ブロック構成図である。このハイドロブレーニング現象検出装置10は、各車輪の回転速度の変化パターンとハイドロブレーニング現象発生時の代表的な変化パターンとの近似度合を求めるパターン比較手段20と、パターン比較手段20から出力される各車輪毎の近似度合データ20aに基づいて同現象発生の検出を行なう現象発生判定手段30とからなる。

【0019】パターン比較手段20は、変化パターン抽出手段21と、正規化手段22と、ハイドロブレーニング現象発生時の代表的な変化パターンを予め登録してある基準パターン記憶手段23と、内積演算手段24とを備える。

【0020】現象発生判定手段30は、前輪の回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合に基づいてハイドロブレーニング現象の発生を仮判定する仮判定手段31と、仮判定のためのしきい値を設定する仮判定しきい値設定手段32と、仮判定出力31aに基づいて後輪による最終判定を行なう期間を指定する後輪判定時期制御手段32と、後輪の回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合に基づいてハイドロブレーニング現象が発生しているか否かを最終判定する最終判定手段34と、最終判定のためのしきい値を設定する最終判定しきい値設定手段35とを備える。

【0021】変化パターン抽出手段21は、常時は各前輪の回転速度検出手段1L、1Rから供給される回転速度検出信号を取り込んで、左前輪ならびに右前輪の回転速度の変化パターンの抽出を左右交互に行なう。そして、現象発生判定手段30から後輪判定指令30aが供給された場合は、各後輪の回転速度検出手段2L、2Rから供給される回転速度検出信号を取り込んで、左後輪ならびに右後輪の回転速度の変化パターンの抽出を左右交互に行なうよう構成している。

【0022】変化パターン抽出手段21で抽出された各車輪の回転速度の変化パターンデータは、正規化手段22において正規化される。内積演算手段24は、正規化手段22から供給される正規化された実変化パターンと、基準パターン記憶手段23から供給される基準パターンデータとの内積値を演算し、演算によって求めた内積値を近似度合データ30aとして出力する。

【0023】仮判定手段31は、後輪判定指令30aが供給されていない状態で、前輪による仮判定を行なうので、パターン比較手段20から順次出力される前輪の内積演算結果（近似度合データ）20aと、仮判定しき

い値設定手段33から供給される仮判定しきい値33aとを比較し、近似度合データ20aが仮判定しきい値33aを超えている場合（一致度合が高い場合）は、仮判定出力31aを後輪判定時期制御手段32へ供給するよう構成している。

【0024】後輪判定時期制御手段32は、前輪によってハイドロプレーニング現象の発生もしくは発生の虞れが検出された場合、その地点を後輪が完全に通過するまで、もしくは最終判断手段34から仮判定キャンセル指令34aが与えられるまで、後輪による最終判定を行なわせるためのもので、仮判定出力31aに基づいてセットされるフリップフロップ等のフラグ手段と、後輪判定指令30aの供給タイミングを制御する後輪監視タイミング制御手段を備える。

【0025】仮判定出力31aが発生した時点からその地点を後輪が通過するまでの判断は、図示しない車速検出手段で検出した車速に応じて予め設定した時間が経過したか否かを監視するタイマ手段を用いて行なっている。なお、後輪回転数等に基づいて走行距離をカウントする走行距離カウンタを用いて前輪と後輪の距離（ホイールベース）を走行したか否かを監視することで、仮判定出力31aが発生した時点からその地点を後輪が通過するまでの判断を行なってもよい。

【0026】最終判定手段34は、後輪判定指令30aが供給されている状態で判定動作を行なうよう構成されており、パターン比較手段20から出力される後輪の内積演算結果（近似度合データ）20aと最終判定しきい値設定手段35から供給される最終判定しきい値35aとを比較し、近似度合データ20aが最終判定しきい値35aを超えている場合（一致度合が高い場合）は、仮判定キャンセル指令35aを出力し、後輪判定指令30aが供給されている間継続的に近似度合データ20aが最終判定しきい値35a以下の場合、ハイドロプレーニング現象検出出力30bを発生するよう構成している。

【0027】なお、図1および図2に示したブレーキスイッチ4からの情報およびワイパスイッチ6からの情報、ならびに図示しない車速検出手段で検出した車速情報等の走行条件に係る情報に基づいて、仮判定しきい値設定手段33ならびに最終判定しきい値設定手段35から供給する各判定しきい値33a、35aを変化させることで、雨天での走行や高速走行中はハイドロプレーニング現象の検出感度を向上させるようにしてもよい。

【0028】図4はパターン比較手段の動作を示すフローチャート、図5は作用説明図である。ステップS1では、各車輪回転速度検出手段1L、1R、2L、2Rで検出した車輪回転速度が所定の時間間隔（数10ミリ秒間隔）で読み込まれる（図5（a）参照）。ステップS2では、読み込まれたn個のデータv1、v2、v3、…、vnが生データバッファに蓄積され、新たなデータ

が読み込まれる度に1データ分だけ順次シフトされる。

【0029】ステップS3では、生データバッファに蓄積されたサンプリングデータは、その最大値が0となるよう上下反転される（図5（b）参照）。ステップS4では、上下反転された生データの最大値が基準パターンの最大値に基づいて正規化される（図5（c）参照）。すなわち、反転後の生データの最大値（反転前の生データの最小値）が基準パターン（図5（d）参照）の最大値1で正規化され、得られた実データV1、V2、V3、…、Vnが実データバッファに蓄積される。ここで用いられる基準パターンは、軽微なハイドロプレーニングが発生した場合の車輪回転速度の変化波形を規範として予め設定している。

【0030】ステップS5では、基準パターンに対応する基準データVS1、VS2、VS3、…、VSnとの内積値が演算される。すなわち、基準データと実データをそれぞれn個の成分を有する2個のベクトルとしてとらえ、両ベクトルの内積値である $VS1 \times V1 + VS2 \times V2 + VS3 \times V3 + \dots + VSn \times Vn$ を演算して、その演算結果を出力する。

【0031】一般に2個のベクトルの内積値は両ベクトルが同一である場合に最大となり、両ベクトルの一致の程度が少なくなるのに伴って減少する。したがって内積値をパラメータとして、その内積値が大きければ実際に検出された従動輪の回転速度の変化パターンがハイドロプレーニング時における従動輪の回転速度の変化パターンと良く一致していると判断し、逆に内積値が小さければ一致していないと判断することができる。

【0032】図6は請求項1および2に係るハイドロプレーニング現象検出装置の動作を示すフローチャートである。このハイドロプレーニング現象検出装置10は、ステップ10およびステップ11で前輪による判定を行なう。前輪の回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が仮判定しきい値を超えた場合（S11）、ステップS12で仮判定フラグをセットするとともに、後輪監視用のタイマまたは走行距離カウンタを起動する。

【0033】そして、前輪によって仮判定を行なった地点を後輪が通過するまで、後輪の回転速度の変化パターンと基準パターンとの内積演算を繰り返し（S14）、内積演算結果（近似度合データ）20aが最終判定しきい値35aを超えた場合（S15）、すなわち、段差通過等で前輪と後輪が同様な変化パターンを示したときは、仮判定キャンセル指令34aを出力して仮判定フラグをリセットする（S16）。一方、仮判定を行なった地点を後輪が通過するまでの間継続的に後輪の近似度合が最終判定しきい値以下である場合は、ステップS17でハイドロプレーニング現象の検出出力30bを発生する。そして、ステップS16で仮判定フラグをリセットして、前輪による仮判定動作を行なう。

【0034】図7は請求項1および2に係るハイドロブレーニング現象検出装置の動作を示すタイムチャートである。図7(a)は、後輪の回転速度の変化が少ないのに対して、前輪の回転速度が低下した後に急激に回復するハイドロブレーニング現象特有の現象を示している。

【0035】図7(b)は、前輪の内積演算結果(近似度合データ)20aを示す。横軸は時間、縦軸は前輪の内積値である。点線で示した+FLLEV, -FLLEVは前輪による仮判定しきい値である。この実施例では、前輪の内積値が正極側の仮判定しきい値+FLLEVを超えた場合、正極側の最大値+MAXを検出し、正極側の絶対値と等しい負極側の-MAX以下に前輪の内積値が低下した時点で仮判定フラグをセットするよう構成している。図7(b)に示す期間tが前輪による判断時間である。

【0036】図7(c)は、後輪の内積演算結果(近似度合データ)20aを示す。点線で示した+RLEV, -RLEVは最終判定しきい値である。仮判定フラグがセットされた時点から、その地点を後輪が通過するまでの期間(T)、後輪の内積演算結果を監視する。図7

(c)に示す期間Tが後輪による判断時間である。期間Tの間に、後輪の内積値が最終判定しきい値を超えない場合、図7(d)に示すように後輪フラグを立てて、ハイドロブレーニング現象の検出出力を発生する。後輪の内積値が最終判定しきい値を超えた場合、車両が段差、突起、悪路等を通過しているものと判断し、ハイドロブレーニング現象発生とは判断しない。

【0037】図8は請求項1および3に係るハイドロブレーニング現象検出装置の機能ブロック構成図である。このハイドロブレーニング現象検出装置40は、パターン比較手段50と現象発生判定手段60とからなる。パターン比較手段50の構成は図3に示したものと同一である。現象発生判定手段60は、前輪回転速度変化パターン記憶手段61と、前輪・後輪変化パターン一致度合検出手段62を備える。その他の構成は図3に示した現象発生判定手段30と同じである。

【0038】前輪回転速度変化パターン記憶手段61は、後輪判定指令30aが出力されるまでの間、変化パターン抽出手段21から順次供給される各前輪の変化パターンデータ21aを逐次更新記憶し、後輪判定指令30aが出力されて時点で新たな記憶動作を停止して、その時点の前輪回転速度変化パターンを一時記憶するよう構成している。

【0039】前輪・後輪変化パターン一致度合検出手段62は、後輪判定指令30aが出力されると、前輪回転速度変化パターン記憶手段61に記憶された変化パターンデータ61aと変化パターン抽出手段21から順次供給される各後輪の変化パターンデータ21aとの一致度合を検出し、一致度合に係るデータ62aを最終判定手段34へ供給する。

【0040】以上の構成であるから請求項3に係るハイドロブレーニング現象検出装置40は、前輪による仮判定がなされると、仮判定がなされたときの前輪回転速度の変化パターンと、同地点を通過するときの後輪の回転速度の変化パターンとを比較し、その一致度合が高いときは車両が段差、突起、悪路等を走行しているものと判定して、仮判定をキャンセルし、一致度合が低いときはハイドロブレーニング現象が発生もしくは発生する虞れがある旨の検出出力を発生することができる。

【0041】なお、各実施例ではパターン的一致度合を内積演算によって求める構成を示したが、パターン的一致度合を実変化パターンと基準パターンとのたたみこみ積分によって求めるようにしてもよい。また、パターン比較手段20は、まず前輪について演算を行ない、仮判定後は後輪について演算を行なう構成を示したが、常時すべての車輪について演算を行なう構成であってもよい。

【0042】さらに、各実施例では前輪による仮判定を行なった後は、後輪が仮判定を行なった地点を通過するまで継続的に後輪による判定を行なう構成を示したが、後輪が仮判定を行なった地点を通過するときの後輪回転速度の変化パターンにのみ基づいて最終判定を行なう構成としてもよい。

【0043】また、ハイドロブレーニング現象を検出するとブザー7によって可聴表示する構成を示したが、ブザー7等による警報に加えてオートクルーズ装置の自動キャンセルや電動スロットル制御装置におけるスロットル閉弁制御等を併用する構成としてもよい。また、内積分や積分値の演算をCPUで行なう代りに、専用の高速フィルタ演算装置を用いて行なわせてもよい。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に係るハイドロブレーニング現象検出装置は、前輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した仮判定しきい値を超えた場合、現象発生判定手段は後輪が同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンを監視して、ハイドロブレーニング現象発生の判定を行なう構成としたので、段差通過や突起乗越時に生じた車輪回転速度の変化パターンが基準パターンと近似していても、後輪側の車輪回転速度の変化パターンが前輪と同様な変化パターンを示すときは段差通過や突起乗越と判断し、後輪側の回転速度の変化が少ない、もしくは、ほとんど変化しないときにハイドロブレーニング現象発生と判定することができる。よって、ハイドロブレーニング現象のみを的確に検出することができる。

【0045】請求項2に係るハイドロブレーニング現象検出装置は、後輪が同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンと基準パターンとの一致度合が予め設定した判定しきい値以内であるとき、すなわち、一致度合が低いときにハイドロブレーニング現象発生と判定す

る。なお、このような構成にすることによって、パターン比較手段を兼用できるので装置の構成が簡略化できる。

【0046】請求項3に係るハイドロブレーニング現象検出装置は、前輪回転速度の変化パターンと同地点を通過する際の後輪回転速度の変化パターンとを比較するので、段差や突起乗越を正確に判定することができ、誤検出を少なくできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係るハイドロブレーニング現象検出装置を備えた車両の概略構造図

【図2】ハイドロブレーニング現象検出部のハード構成図

【図3】請求項1および2に係るハイドロブレーニング現象検出装置の機能ブロック構成図

【図4】パターン比較手段の動作を示すフローチャート

【図5】パターン比較手段の作用説明図

【図6】請求項1および2に係るハイドロブレーニング現象検出装置の動作を示すフローチャート

【図7】請求項1および2に係るハイドロブレーニング現象検出装置の動作を示すタイムチャート

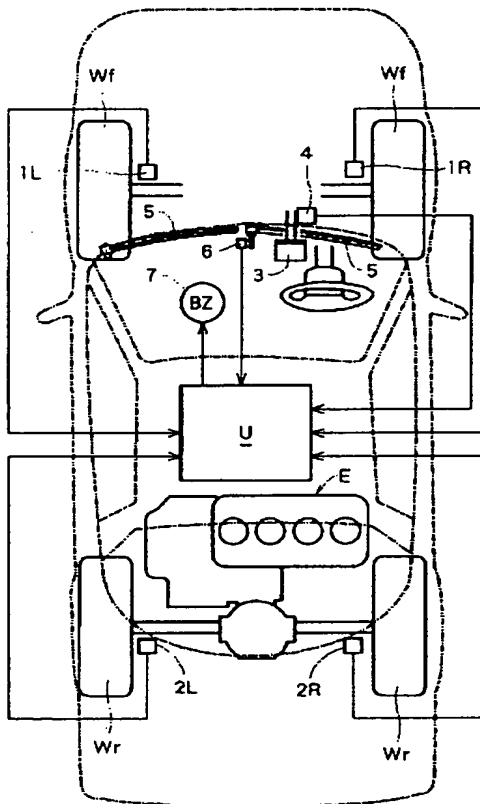
【図8】請求項1および3に係るハイドロブレーニング現象検出装置の機能ブロック構成図

【図9】ハイドロブレーニング現象発生時の前輪の回転速度の時間変化を示すグラフ

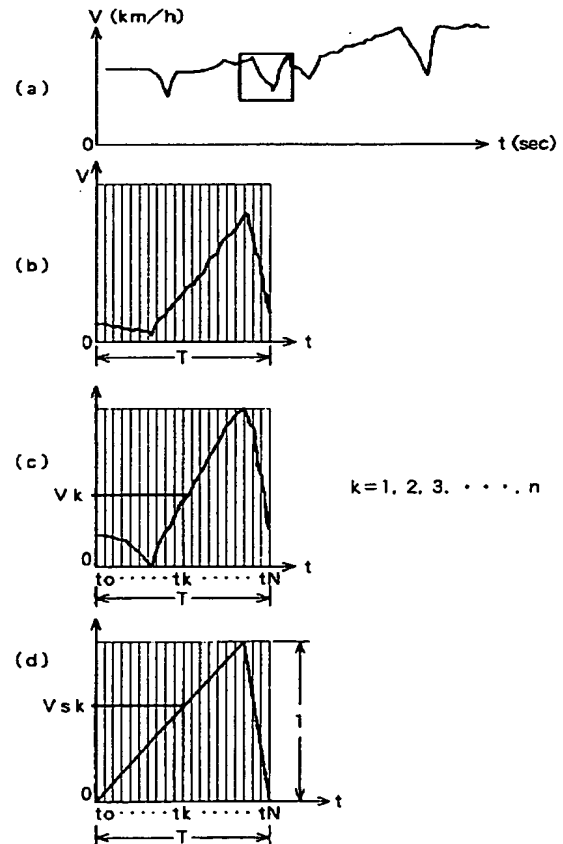
【符号の説明】

- 1 L, 1 R 前輪の回転速度検出手段
- 2 L, 2 R 後輪の回転速度検出手段
- 10, 40 ハイドロブレーニング現象検出装置
- 20, 50 パターン比較手段
- 23 基準パターン記憶手段
- 24 内積演算手段
- 30, 60 現象発生判定手段
- 31 仮判定手段
- 32 後輪判定時期制御手段
- 34 最終判定手段
- 61 前輪回転速度変化パターン記憶手段
- 62 前輪・後輪変化パターン一致度合検出手段

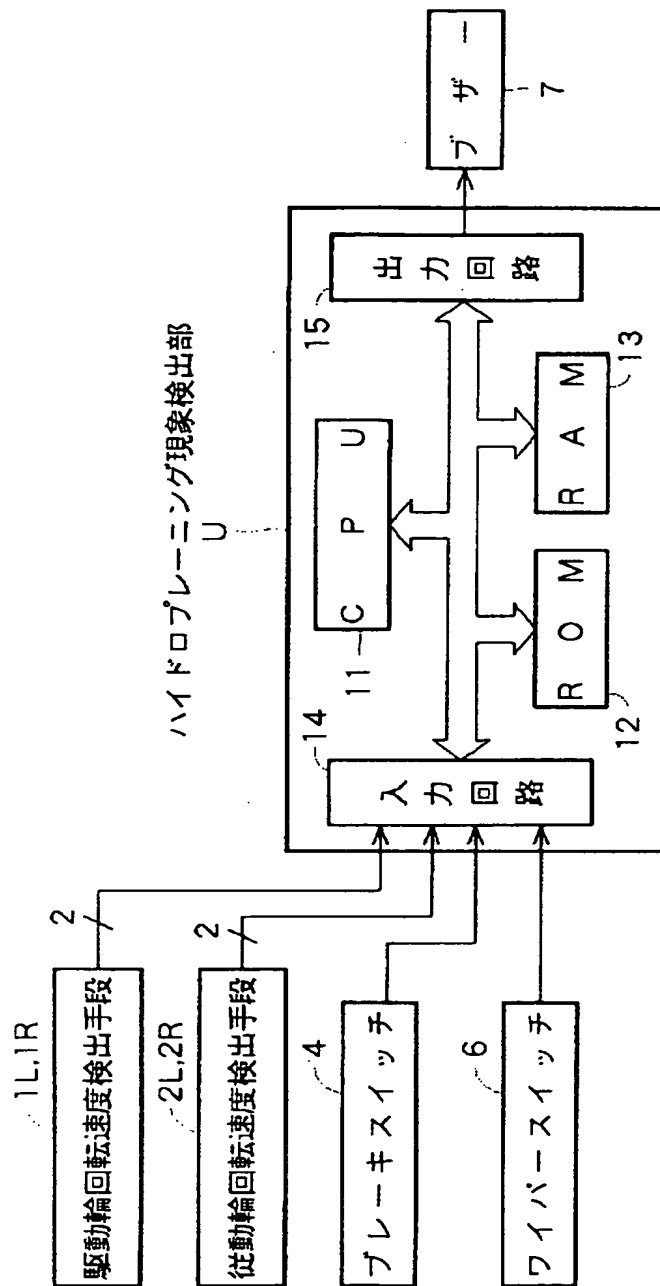
【図1】



【図5】

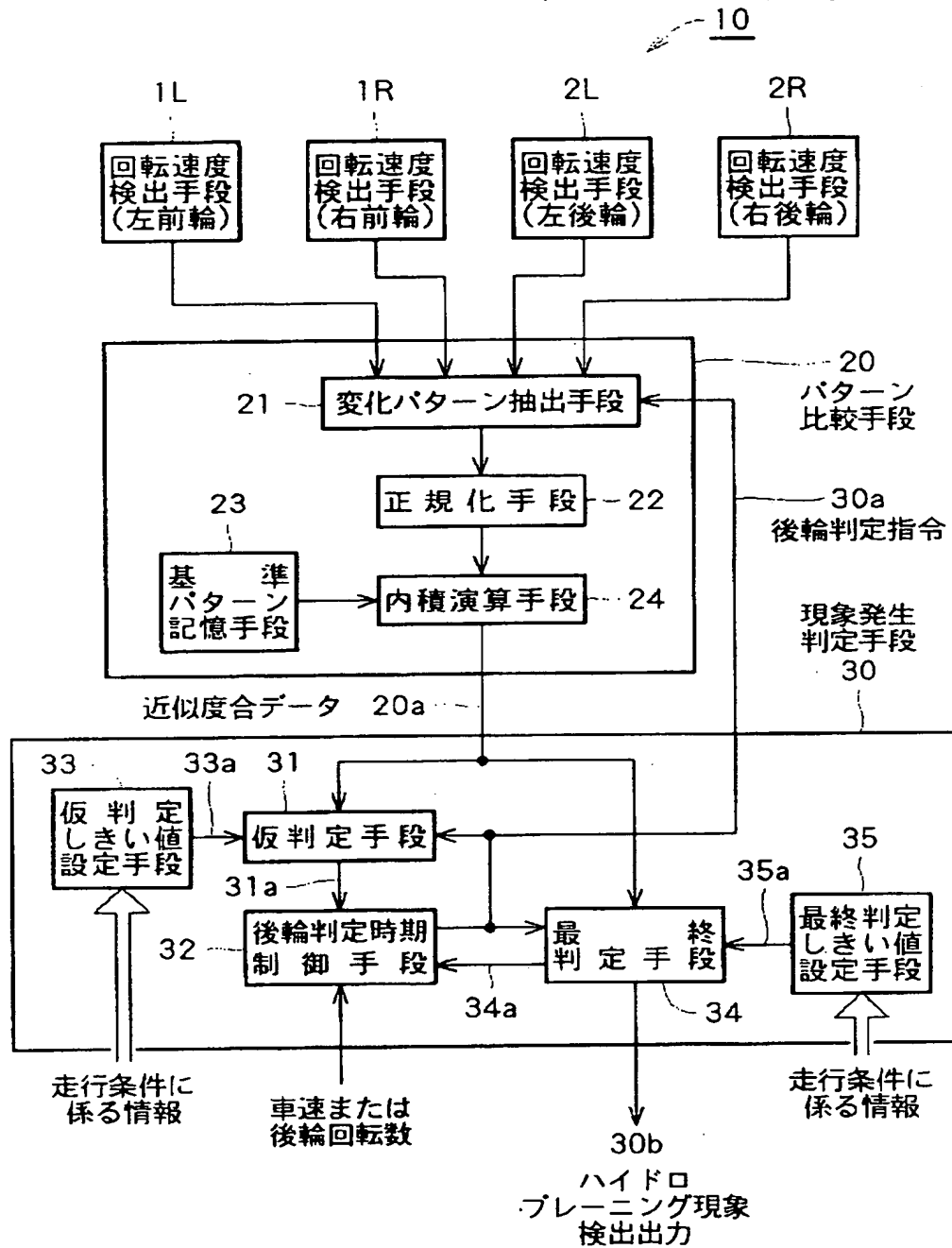


【図2】



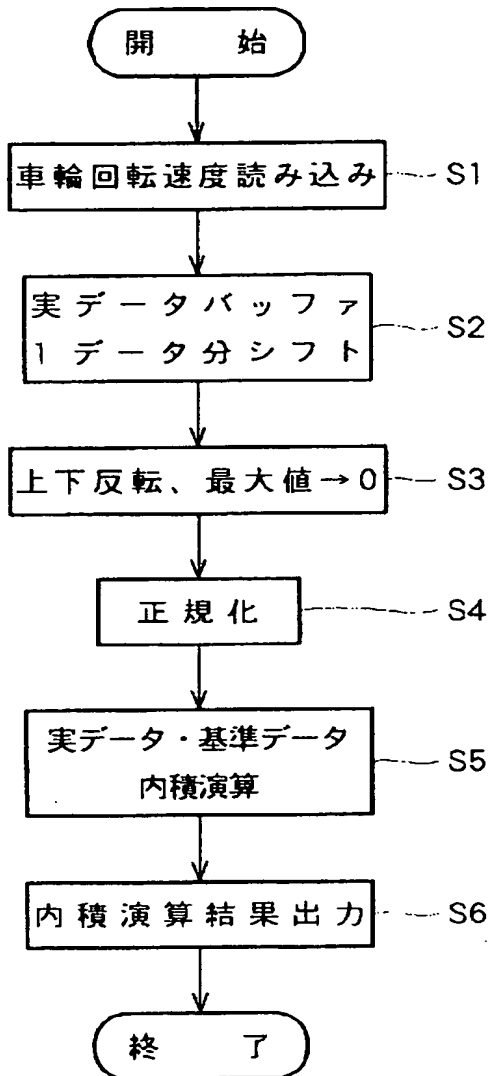
【図3】

ハイドロプレーニング現象検出装置

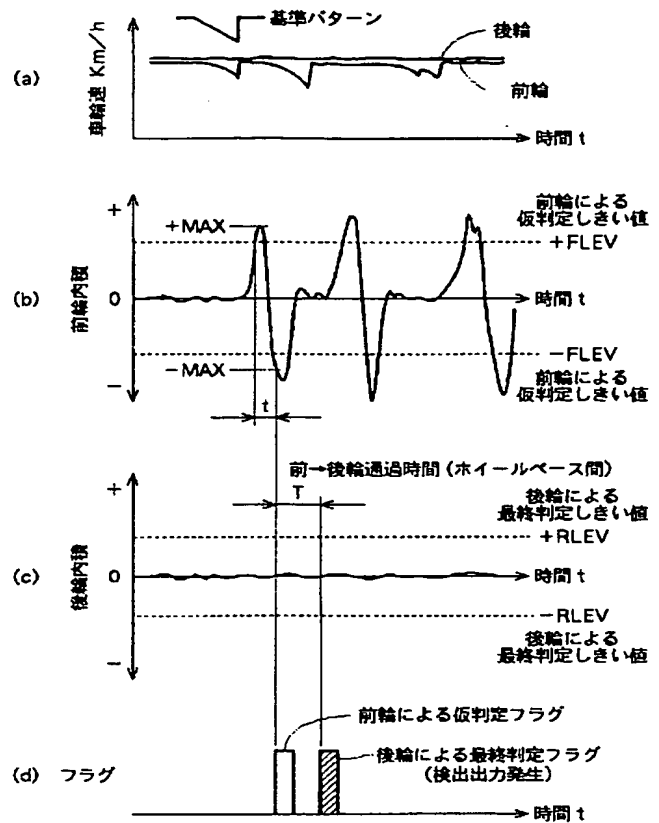


【図4】

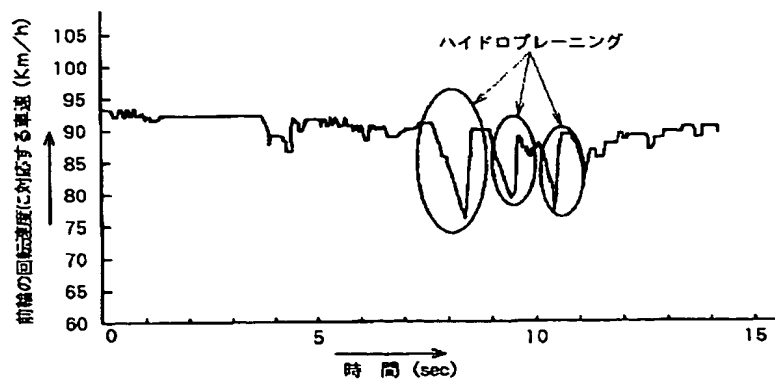
パターン比較手段の動作フローチャート



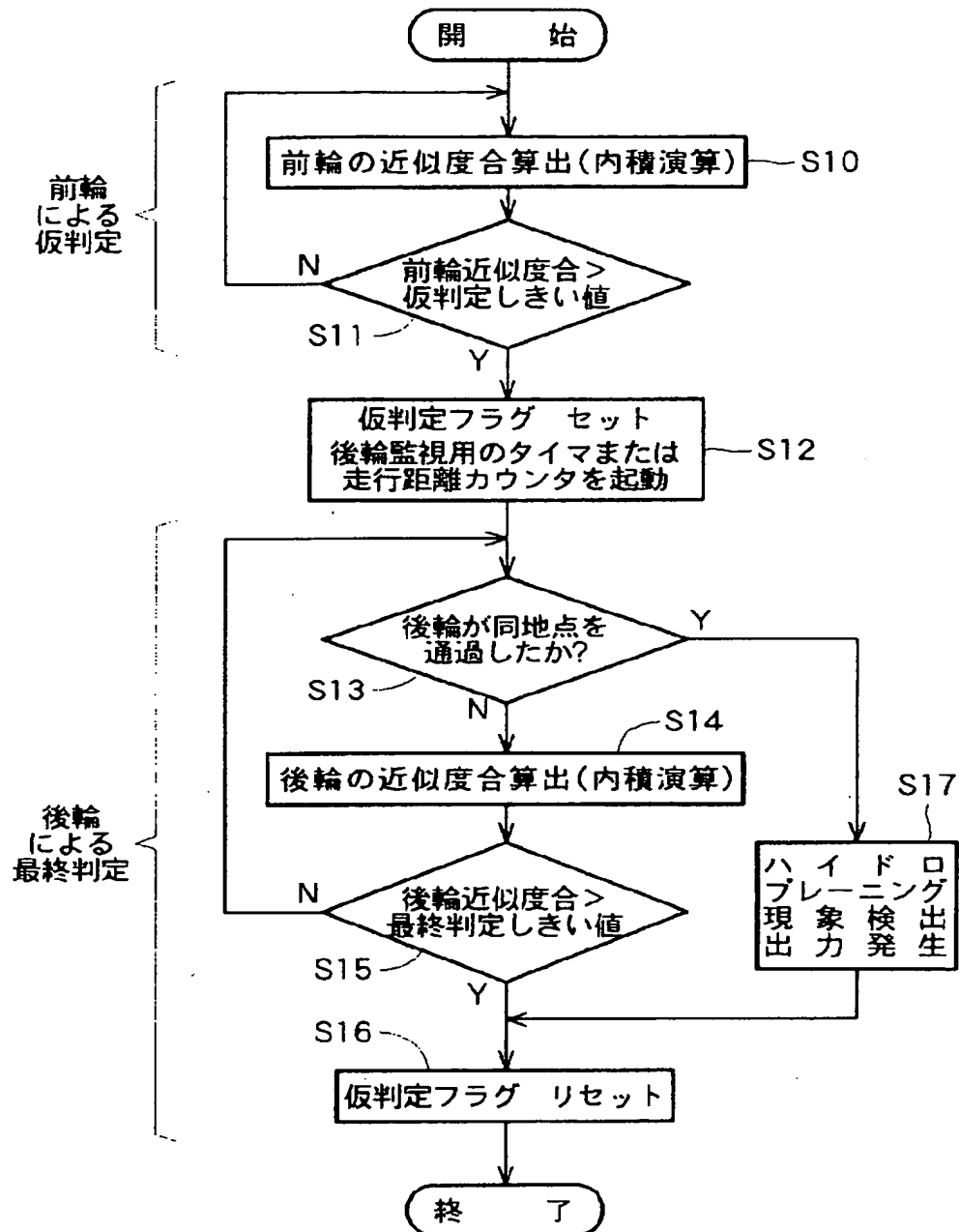
【図7】



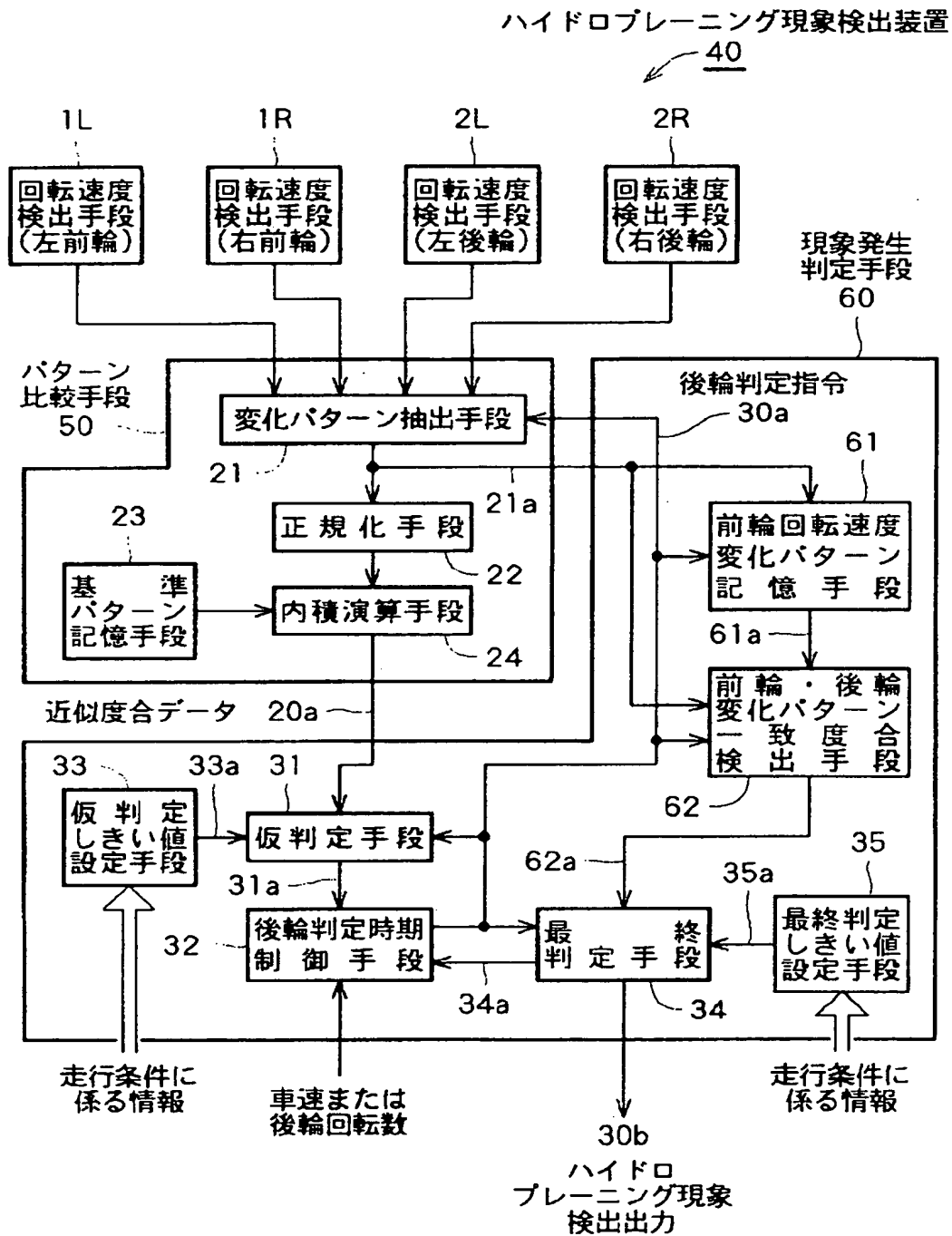
【図9】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平6-127284 (JP, A)
 特開 平6-118097 (JP, A)
 特開 平6-11515 (JP, A)
 特開 平5-107257 (JP, A)
 特開 平7-209034 (JP, A)
 特開 昭64-60463 (JP, A)
 特開 昭63-265172 (JP, A)
 特開 昭63-263159 (JP, A)
 特開 平1-114760 (JP, A)
 実開 昭60-185262 (JP, U)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB名)
 G01P 3/56 - 3/60
 B60T 8/58 - 8/84
 B62D 6/02